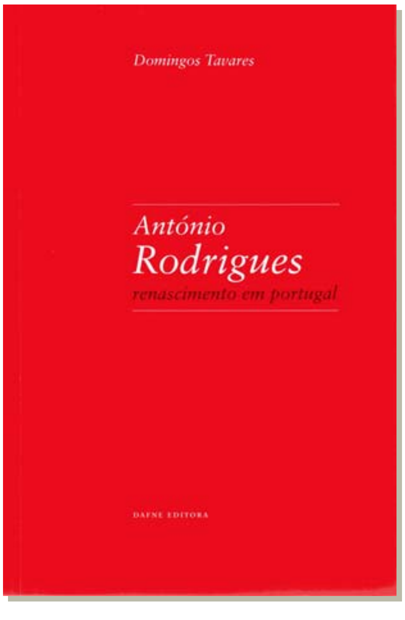
Xavier, J.P., "Geometria e proporção".
In Tavares, Domingos, *António Rodrigues. Renascimento em Portugal.*
Porto: Dafne Editora, 2007, pp. 103-120.



Geometria e proporção

João Pedro Xavier

Ser esperto na Geometria, já que *não se pode fazer nada sem hela*, e saber de Música, para entender as proporções das vozes, *porque por estas porposoyse ẽtemdera as proposois que am de ter seus edefisios,** são, segundo António Rodrigues, duas das condições indispensáveis, ou partes, para quem *houver de fazer profição de arquiteto*. Outras, são as demais disciplinas do *quadrivium*, a Aritmética e a Astronomia, e que, com estas, compõem a Arte Matemática. Mas, de todas, é iniludível o primado da Geometria no conhecimento e exercício desta Arte.

Gyometria não he outra couza que feguras, as quais nam se podem fazer sem linhas, e amgulos, e pomto..., refere António Rodrigues. E é precisamente pelo ponto que se iniciam as definições do *Capitolo* (ou Livro) em que *se declara que couza he Giometria*. Depois a linha. A seguir, duas linhas... que podem ser paralelas mas que, caso o não sejam, formarão um ângulo. Note-se um caso particular: o ângulo direito (ou recto). Com três linhas, formando ângulos, chega-se ao triângulo, a primeira das figuras poligonais ou direitas. Porque há as convexas e as côncavas no âmbito das quais se enquadra o círculo. Este só será perfeito se obedecer a três condições: ter um centro, ser definido por uma circunferência (*ha qual não tem premsypio nẽ fim*) e se desse centro a qualquer ponto da circunferência corresponder a mesma distância, ou seja, o raio. Perfeito será também o triângulo, de três lados iguais e três ângulos iguais, bem como quadrado, de quatro lados iguais e quatro ângulos iguais.

* Códice 3675 da Biblioteca Nacional

Domingos Tavares

António *Rodrigues*

renascimento em portugal

DAFNE EDITORA

Sumário

Geometria e proporção

João Pedro Xavier

Ser esperto na Geometria, já que *não se pode fazer nada sem hela*, e saber de Música, para entender as proporções das vozes, *porque por estas porposoyse ẽtemdera as proposois que am de ter seus edefisios,*[*] são, segundo António Rodrigues, duas das condições indispensáveis, ou partes, para quem *houver de fazer profição de arquiteto*. Outras, são as demais disciplinas do *quadrivium*, a Aritmética e a Astronomia, e que, com estas, compõem a Arte Matemática. Mas, de todas, é iniludível o primado da Geometria no conhecimento e exercício desta Arte.

* Códice 3675 da Biblioteca Nacional

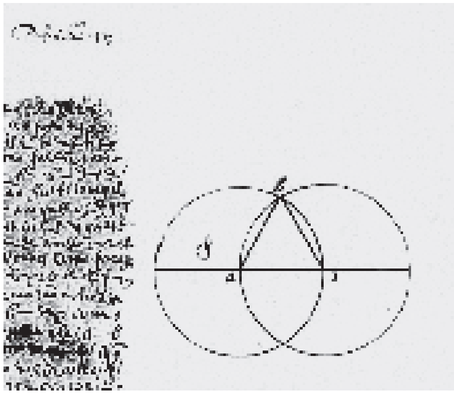
Gyometria não he outra couza que feguras, as quais nam se podem fazer sem linhas, e amgulos, e pomto…, refere António Rodrigues. E é precisamente pelo ponto que se iniciam as definições do *Capitolo* (ou Livro) em que *se declara que couza he Giometria*. Depois a linha. A seguir, duas linhas… que podem ser paralelas mas que, caso o não sejam, formarão um ângulo. Note-se um caso particular: o ângulo direito (ou recto). Com três linhas, formando ângulos, chega-se ao triângulo, a primeira das figuras poligonais ou direitas. Porque há as convexas e as côncavas no âmbito das quais se enquadra o círculo. Este só será perfeito se obedecer a três condições: ter um centro, ser definido por uma circunferência (*ha qual não tem premsypio nẽ fim*) e se desse centro a qualquer ponto da circunferência corresponder a mesma distância, ou seja, o raio. Perfeito será também o triângulo, de três lados iguais e três ângulos iguais, bem como quadrado, de quatro lados iguais e quatro ângulos iguais.

Porque o rombo (ou losango) já não o será, por não cumprir a condição da igualdade dos ângulos, nem tampouco o tetrágono longo (ou rectângulo), por falta de igualdade dos seus lados.

Mas relativamente às figuras, mais do que conhecê-las, importa saber construí-las com régua e compasso, primeiro no papel de desenho, depois, multiplicada a escala, sobre o terreno dando cumprimento à '*pramta*', ou então, materializadas em fios desenhados sobre um plano vertical fictício que dará lugar a uma fachada delineada na '*montea*' e/ou à secção do edifício definida no '*perfice*'. Porque é a finalidade prática da Geometria, a arte de construir no caso, que comanda a ordenação dos saberes: *trataremos daquelas feguras que para este tratado são nesessarias com ha declarassão de cada hũa e o pera que servem*. Euclides sim, mas quanto baste. Para quem quiser saber mais fica a recomendação: *quem for coriozo desta harte estude Hoclides, e nele achará bem couza em que se desemfade*.

O círculo, sabemo-lo bem, define-se com uma volta completa do compasso. Assumimo-lo na mão de Deus enquanto arquitecto do universo* e emprestámo-lo ao homem para, como arquitecto terreno, desenhar a cidade ideal e a casa divina. Assim terá desenhado Rodrigues, em planta, a projecção da cúpula, qual abóbada celeste, do espaço sepulcral da capela das *Onze Mil Virgens*, bem como o semicírculo correspondente à sua secção transversal. Para atingir a translucidez que a torna mágica, terá sido decerto o corte, a *parete di dentro* como diria Raffaello, que o ajudou a definir o calibre da concha de mármore rosa de Estremoz de que é feita, até mínimos quase impensáveis. Assim, também, Diogo Castilho e João de Ruão prefiguraram a igreja de *São Salvador dos Agostinhos da Serra do Pilar* e o seu claustro, alinhando dois espaços cilíndricos, num sábio jogo de complementaridade, o primeiro coro-

* Murtinho, Vítor, *Compasso e Prudência*, in Tavares, Domingos, *Philibert Delorme, profissão de arquitecto*. Porto 2004



Definição 13 do Livro de Geometria do Códice 3675 BN

ado com uma cúpula celeste fictícia, feita à imagem do *Panteão* de Roma, o segundo aberto para o céu real, enquanto Torralva viria a preferir explorar a ambiguidade resultante da intersecção de dois espaços circulares cupulados na capela de *Santo Amaro* em Alcântara.

No círculo, como sabemos, podemos inscrever todo o polígono regular, que estará condenado à centralidade por filiação genética, desde um número infinito de lados, situação em que o polígono coincide com o próprio círculo, ao número mínimo de três, onde o polígono é o triângulo perfeito (ou equilátero).

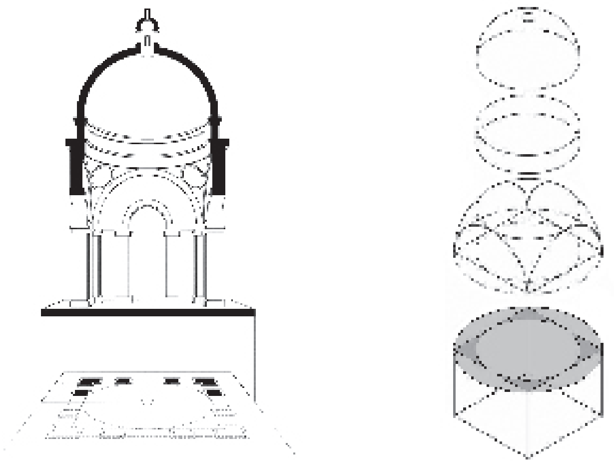
Sabemos como é fácil inscrever o triângulo perfeito no círculo. Basta manter a abertura do compasso. Mas também é possível construí-lo a partir de um lado, conforme descreve António Rodrigues, seguindo Euclides (c.360-300 a.C.), desenhando dois círculos com centro nos seus extremos e raio igual ao lado, garantindo, deste modo, a equidistância dos vértices. A forma resultante da intersecção desses círculos geradores do triângulo perfeito, que pode ser construído para um ou para o outro lado da base, veio a chamar-se *vesica piscis* tornando-se um símbolo de Deus, como o triângulo, aliás, se associou desde logo à Trindade. Daí que a *vesica* tenha servido para dar forma à nave de muitas basílicas, sobretudo medievais, através do rectângulo que a circunscreve, cuja relação dos lados é de 1:√3, se bem que, genericamente, todas as configurações derivadas do triângulo equilátero e, em particular, as hexagonais, tenham sempre implícitas esta razão. Não é o caso de nenhum dos templos projectados por Rodrigues. Mas, ainda assim, é possível detectar a presença significativa do triângulo equilátero na capela das *Onze Mil Virgens* na definição do perfil do cone circunscritor do zimbório que coroa a cúpula do sepulcro.

A seguir ao triângulo vem o quadrado perfeito. Rodrigues não explica o procedimento para a sua inscrição no círculo. Talvez porque a construção, a partir das linhas deangulares (ou diagonais), decorre das anteriores. E, curiosamente, vai ser a diagonal do quadrado que lhe vai servir para comprovar o teorema fundamental da geometria euclidiana referente à soma dos ângulos internos de um triângulo. Rodrigues diz-nos que uma diagonal corta um quadrado em dois triângulos. Tratam-se, na verdade, de dois triângulos rectângulos isósceles, diríamos hoje. Como a diagonal é a bissectriz do ângulo formado por dois lados do quadrado resulta que os ângulos iguais do triângulo terão necessariamente 45º, sendo a soma dos ângulos internos, 2 x 45º + 90º, igual a 180º. No caso geral, exposto na proposição imediatamente anterior, é interessante verificar que a prova é dada com base na transposição e soma das medidas dos três ângulos com o compasso para um semicírculo, de modo a perfazer dois ângulos rectos. Ou seja, a demonstração teórica, acessível nos *Elementos de Euclides*, é preterida face à comprovação empírica, colhida nos manuais de geometria prática. Nesta mesma linha se enquadra o recurso a construções aproximadas, inevitáveis quando se intenta dar solução a problemas insolúveis, como sejam, a do traçado da figura heptágona inscrita no círculo ou da quadratura do círculo.

O quadrado, forma claustral por excelência e por regra, podendo ser a excepção que a confirma o claustro circular de Ruão e Castilho e, por extensão, da praça central da cidade quando não da própria cidade, será porventura, também, a forma-base mais procurada para configurar templos de planta centralizada. Primeiro, devido à sua ligação especial com o círculo que começará, provavelmente, no mito da sua quadratura. Depois, devido à sua capacidade de articulação, sobretudo associativa, assumindo-se como módulo referencial de estruturas mais complexas. Todo o polígono regular se relaciona com o círculo, está visto. Tal como todo o poliedro regular (ou platónico) e semi-regular (ou arquimediano) se relaciona com a esfera. Mas o quadrado e o círculo, e as suas extensões tridimensionais, o cubo e a esfera, têm de facto uma ligação misteriosa e secreta que foi amplificada pela sua associação às dimensões do corpo humano, tendo sido Vitrúvio o transmissor desse vínculo que ganhou dimensão universal sobretudo com a tratadística do Renascimento e a sucessiva aparição de edições impressas, fatalmente interpretativas, do *De Architectura*, a que não faltavam figurações bem diversas para o homem vitruviano. De entre elas merece destaque a da majestosa edição de Cæsare Cesariano de 1521, não só pela sua qualidade gráfica e pertinência geométrica como pelo comentário que a acompanha em que se afirma que, com a figura vitruviana, através da simetria dos membros do corpo humano, é possível medir todas as coisas do mundo e, naturalmente, o templo.

Ora a capela das *Onze Mil Virgens* e, concretamente, o espaço do sepulcro de Pedro Mascarenhas, é um espécime perfeito de uma família de obras-primas – que inclui, entre outras, as capelas *Medicis* em *San Lorenzo*, de Brunelleschi e

Os elementos do edifício quadrado



de Michelangelo – comensuradas à exacta medida do corpo. Com efeito, a matriz *ad quadratum* e *ad circulum*, aferida ao homem, sinteticamente condensada no desenho de Cesariano, pode ser encarada como a tradução planimétrica da articulação de um volume cúbico com um volume esférico (ou hemisférico), através do sistema de pendentes (ou triângulos esféricos), expressa em projecção horizontal na relação do quadrado com o círculo e na sucessão proporcional que ela desencadeia. Mas António Rodrigues não ficou por aqui e quis, realmente, que esta unidade tipológica marcante da arquitectura renascentista fosse perpetuada pelo seu Tratado. E assim, na Proposição 42 do seu "Livro de Perspectiva", apresenta-nos uma planta *escursada*, pela primeira regra, de um *edefício quadrado*, onde se denota a presença de uma elipse-círculo circunscrita ao trapézio-quadrado, que uma vez elevado, nos revelaria, com a *forza* irresistível *delle linee e degli angoli* da perspectiva, um espaço centralizado, resultante da articulação de um cubo e de uma esfera, muito próximo, claro está, da capela sepulcral do templo de Alcácer.*

Igualmente perfeitos são os quadrados das naves da igreja de *Santa Maria do Castelo* de Estremoz, da capela do *Paço de Salvaterra*, da *Sala dos Reis* do *Mosteiro de Alcobaça* ou do oratório do *Convento de Cristo*, réplica da sala quadrangular "*tetrástila*" vitruviana, para nos cingirmos apenas a exemplos já mencionados.

O reportório de polígonos regulares, constantes do "Livro de Geometria", construídos a partir da sua inscrição no círculo, conta ainda com o pentágono, o hexágono, o heptágono e o octógono. No "Livro de Perspectiva" aparece também o polígono regular de 16 lados, tal como no "Livro" homónimo de Serlio, cuja construção deriva do octógono.

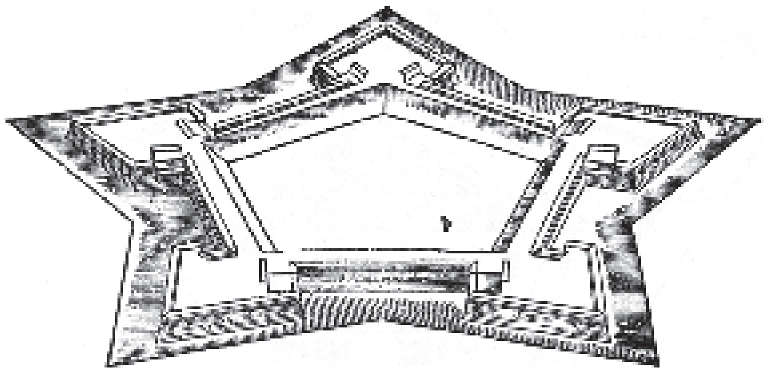
Prioritariamente, o campo de aplicação destes polígonos deveria ser a arquitectura militar já que, inicialmente, o Tratado era destinado ao fortificador, ou seja, ao arquitecto ou engenheiro militar, sendo depois corrigido para se dirigir genericamente ao arquitecto, cujo perfil importava sedimentar. E, de facto, facilmente os encontramos, sem excepção, no desenho iconográfico de cidades fortificadas, cidadelas ou praças militares, tal como acontece com *I Quattro Primi Libri di Architettura* (1554) de Pietro Cataneo, uma das referências principais de Rodrigues, texto que dá continuidade a uma tradição iniciada com Filarete e Francesco di Giorgio Martini. Melhor prova obteríamos fazendo um périplo pelas cidades de colonização que fomos edificando nesse mundo que ajudámos a descobrir onde reconheceríamos a pertinência deste reportório formal associado à ideia de cidade perfeita, superior e robusta, sedutora e ameaçadora, conforme ao estatuto do conquistador. A maior parte das vezes, porém, este ideal de cidade reflectido nesta pureza formal era corrompido pelos acidentes

* Xavier, João Pedro, *Sobre as origens da perspectiva em Portugal*, Porto 2006

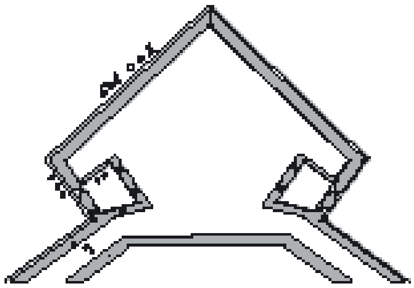
geográficos e topográficos do melhor lugar, situação com que o pragmatismo, bem português, soube lidar sem sobressalto e, até com vantagem, acabando esta "arte" de adaptação ao sítio por ser objecto de teorização e definição metodológica, justamente no *Método lusitânico** do fundador da Aula de Fortificação, onde para além das fortificações das praças regulares importava saber desenhar as irregulares.

* Pimentel, Luís Serrão, *Método lusitânico de desenhar fortificações das praças regulares e irregulares*, Lisboa 1680

Pietro Cataneo: fortaleza pentagonal



Mas, como é sabido, talvez com a excepção do pentágono e do heptágono, não é difícil encontrar na arquitectura civil e religiosa exemplos de utilização destas formas na configuração de espaços centralizados, actuando isoladas ou em conjugação. Ainda no âmbito dos casos já inventariados lembramos a igreja de *São João da Foz*, cuja capela-mor se individualiza como um pequeno templo de planta hexagonal, a igreja do convento de *Bom Jesus de Valverde*, cuja matriz planimétrica é uma malha semi-regular constituída por octógonos e quadrados ou a capela do *Paço de Salvaterra* onde a planta quadrada da nave circunscreve uma cúpula octogonal. Já exemplos de utilização da forma pentagonal, fora da arquitectura militar,



Planta de um baluarte do Códice 3675 BN

só os encontraríamos no estrangeiro, recorrendo a Peruzzi, e a partir dele a Serlio, ou então, em Jacopo Barozzi da Vignola (1507-1573), mas sempre em situações muito excepcionais.

É o próprio Tratado que desfaz quaisquer dúvidas relativamente ao uso preferencial do pentágono pela arquitectura militar, já que é essa a forma do forte de que se apresentam vários desenhos, mostrando diferentes detalhes de um baluarte, como facilmente se comprova verificando que os ângulos formados pelos seus lados são de 108º. Com efeito, a forma *petagona* para além de ter, sob o ponto de visto geométrico, propriedades singulares devido à sua conexão com a proporção áurea* – divina para Luca Pacioli (1445-1510) – mereceu reconhecida preferência na construção de fortificações, mais por questões simbólicas, pelo ideal de perfeição que representava, do que propriamente funcionais. Sinal inequívoco da perenidade desta associação será o facto do pentágono ser a forma-nome do edifício que serve nos dias de hoje de quartel-general da defesa americana.

* A razão da diagonal do pentágono com o seu lado é igual ao número de ouro, $\Phi = (1 + \sqrt{5}): 2$

De qualquer modo, o pentágono teria à época uma aura de inexpugnabilidade decerto derivada das suas propriedades geométricas, que explicará a atenção particular que lhe é dada, quer no Livro de Geometria, quer no de Perspectiva. A construção do pentágono inscrito não é a de Euclides, mas sim a construção mais comum, que ainda usamos, e que também se encontra em Cataneo, Serlio, Dürer ou Pacioli/Piero della Francesca. Não é feita qualquer menção à sua relação com a divina proporção, nem mesmo quando se utiliza para a determinação da amplitude dos ângulos dos lados do pentágono três triângulos inscritos isósceles, um com base igual ao lado do pentágono e dois lados correspondentes à diagonal, e os outros dois com base na diagonal e lados iguais ao lado do pentágono, ou seja, os dois triângulos de ouro.

No Livro de Perspectiva é ensaiada a perspectiva do pentágono e adivinha-se que a pretensão seria a de chegar a um resultado idêntico ao de Pietro Cataneo no *alzato tirato per ordine di prospettiva de uma città pentagonale equilatera*, afinal muito idêntica à que o próprio Tratado inclui conforme atestam as representações planimétricas que o integram.

Para Cataneo além das definições das figuras regulares mencionadas, que implicam os procedimentos construtivos para as desenhar no plano, há ainda uma outra família de figuras que são alvo da atenção particular de António Rodrigues: os rectângulos. Segundo a definição, o rectângulo, ou tetrágono longo como lhe chama, é uma figura de direitos ângulos que não tem os lados iguais, *porque he mais cõprida que larga*. Se os tivesse seria um quadrado perfeito, como é claro. Mas então, se, no rectângulo, há um excesso do comprimento face à largura porque não quantificá-lo, elegendo o quadrado como módulo? E porque não cuidar especialmente daqueles rectângulos em que esse excesso corresponde a uma parte bem determinada do quadrado? Pois é justamente a partir desta filiação genética relativamente ao quadrado que os rectângulos serão classificados em função do excesso em causa. Era assim à época, e continua a ser. Aliás, a passagem do "Livro de Geometria" de 79*, onde constam as "proposições" sobre os rectângulos, é praticamente

* Manuscrito Ms. 95 da Biblioteca Pública Municipal do Porto

decalcada do "Livro de Geometria" de Serlio, um barómetro seguro do leque de saberes necessário ao "novo" arquitecto.

O ponto de partida é, então, o quadrado, cuja relação entre os lados se exprime matematicamente na razão de 1:1. O rectângulo que se lhe segue corresponde a uma *sexquiquarta proposição de hum quadrado e hũ quarto*, ou seja, ao rectângulo 5:4. O terceiro é uma *sexquitertia* proporção de um quadrado e um terço; o rectângulo 4:3. O quarto é gerado tomando a deangular (diagonal) do quadrado como lado maior, ou seja, é o rectângulo 1:√2. Rodrigues dá nota da sua particularidade referindo que esta *proporção he razional, e do quadrado não se acha proporção ao crescimento*. Trata-se, na verdade, de um irracional mas ainda não é dessa forma que se identifica. O quinto rectângulo é um quadrado e meio, o rectângulo 3:2. Curiosamente, a partir daqui deixa de seguir a terminologia anterior e, por conseguinte, não refere que esta seria uma proporção *sexquialtera*. O mesmo acontece no sexto caso, um quadrado e dois terços, ou seja, um rectângulo 5:3 que corresponderia a uma proporção *superbipartienstertias*. Conclui com o quadrado duplo, o rectângulo 2:1, que seria o *duplus*.

Aparte o rectângulo 1:√2, cujas propriedades matemáticas são interessantes *per se* (depois do quadrado trata-se do primeiro elemento da série de rectângulos dinâmicos ou incomensuráveis), todos os demais rectângulos escolhidos (que são rectângulos estáticos ou comensuráveis) merecem destaque por serem passíveis de tradução em termos de intervalos musicais bem definidos, considerando que a relação do comprimento com a largura, expressa numa razão de dois números inteiros, corresponde a divisões inteiras do monocórdio. Concretamente, a relação de 1:1, que realmente não é divisão nenhuma, corresponde ao uníssono; se pinçarmos a corda do monocórdio e, a seguir, a dividirmos numa relação de 3:2 e a pinçarmos de novo, será produzido um som situado uma quinta, ou diapente, acima do primeiro; a divisão 4:3 dará uma quarta, ou diatessarão; a 5:4 uma terceira maior; a 5:3 uma sexta maior; a 2:1 uma oitava, ou diapasão.

É neste sentido que se percebe o apelo de Rodrigues para que o arquitecto fosse músico. Porque ao entender a proporção das vozes entenderia as proporções que haveriam de ter os seus edifícios! Era este o objectivo: dimensionar os espaços segundo determinados intervalos musicais. Desse modo se conferiria musicalidade aos edifícios, em linha com a tradição que vai de Alberti a Friedrich Schelling (1775-1854) de considerar a arquitectura como música congelada ou petrificada, sendo esta musicalidade, ademais, um dos factores determinantes da sua beleza, por ser também a forma de reflectir a harmonia musical inerente ao próprio universo.

Se é indiscutível que a linguagem dos arquitectos era a dos músicos, e vice-versa, se não veja-se o *Memorandum* do frade veneziano Francesco Giorgi (1466-1540) para *San Francesco della Vigna* (1535), a verdade é que, aparte aquele apelo, não se denota nos Livros de Rodrigues qualquer exploração explícita desta interdependência, se bem que exista uma referência reveladora, logo na primeira definição do "Livro de Geometria" de 79, ao famoso teórico renascentista da música Franchino Gaffurio (1451-1522), considerado um especialista em questões de arquitectura pelos seus contemporâneos. Lembre-se a sua requisição como consultor das obras da catedral de Milão. Da sua obra *Theorie musice*, de 1492, ficou célebre a gravura quadripartida ilustrativa da descoberta das consonâncias musicais. Estas são as consonâncias que Alberti adoptou, no *Re Aedificatoria*, no elenco das *areae* a seguir para garantir a consonância dos espaços, selando, por esta via, o casamento da música e da arquitectura. Note-se porém que, para além do

Demonstração das consonâncias pitagórico-platónicas

uníssono, do diapasão, do diapente e do diatesserão que envolvem os números musicais, 1, 2, 3 e 4, e constituem o *tetractys** pitagórico, a que Platão (427-347 a.C.) emprestou toda a sua autoridade, Rodrigues considera também a terceira e a sexta maiores, que implicam o número 5, intervalos igualmente consonantes que não estão contemplados no sistema musical grego mas são facilmente explicáveis à luz dos novos desenvolvimentos da teoria musical ocorridos no século XVI.

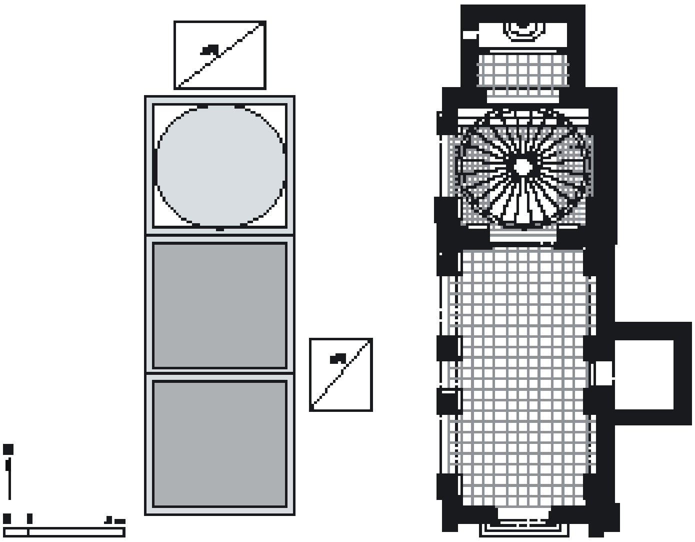
A capela das *Onze Mil Virgens* é um excelente exemplo de aplicação destas consonâncias. Em primeiro lugar das consonâncias pitagórico-platónicas. De facto, é a partir dessas consonâncias que se joga o dimensionamento matricial da capela e, concretamente, a relação da nave com o sepulcro. De facto, atendendo a que a nave é um quadrado duplo e o sepulcro um quadrado, no que se pressente a sombra do Templo de Salomão, podemos dizer que estamos em presença de uma nave-diapasão e de um sepulcro-uníssono e de que a relação entre a nave e o

* Para os pitagóricos o *tetractys* é a figura numérica que expressa a soma dos quatro primeiros números (1+2+3+4=10) sendo entendida como a origem de todas as coisas.

Proposição 8 do
Livro de Geometria
do Códice 3675 BN

sepulcro pode ser vista, ou ouvida, como um diapente, basta que consideremos o comprimento do templo, excluído o altar, como a corda de um monocórdio e a divisão desse comprimento a 2:3, como o momento de paragem de um percurso iniciado à entrada sob o arco triunfal. Das outras consonâncias tem pertinência o recurso à terceira maior, figurativamente o rectângulo 5:4, que encontramos na secção transversal da nave, na planimetria do altar e da sacristia, e no dimensionamento de algumas tabelas e vãos. A sexta maior, o rectângulo 5:3, limita-se ao vão do pórtico de entrada.

Curiosamente, nem este, nem o pórtico principal da igreja de *Santa Maria da Graça* de Setúbal, têm a mesma proporção do pórtico que Rodrigues desenhou no "Livro de Geometria" de 79, o qual, por sua vez, é subsidiário do célebre pórtico do Tratado de Serlio. Apesar das pequenas diferenças, a identificação do pórtico do Tratado de 79 com o de Serlio começa na



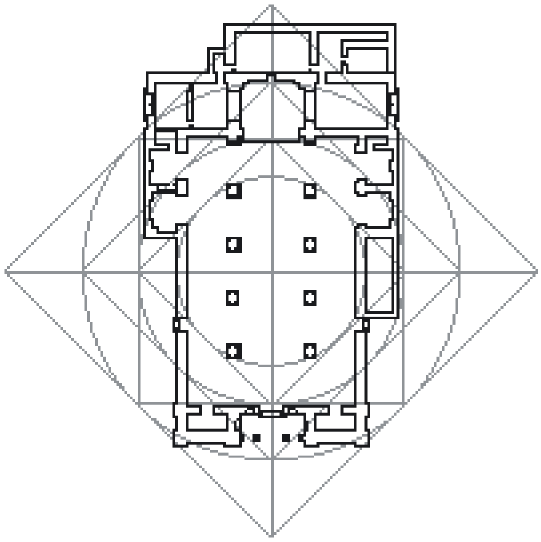
Estrutura matricial da capela das Onze Mil Virgens

construção geométrica que o estrutura e dita as relações proporcionais das suas medidas. Trata-se do diagrama do *helikon** de Cláudio Ptolomeo (c.90-c.168), um instrumento concebido para ilustrar a razão dos acordes aos iniciados na matemática. Permite a trisecção do quadrado e de qualquer figura rectangular, pelo que também pode servir para, num duplo quadrado, *fazer hũ olho para dar luz* num *templo dedicado a nosso senhor ou a qualquer dos seus sanctos*. Aplicado ao pórtico inscrito no quadrado cujo lado se tomou para largura da nave, dita que a figura do vão seja um rectângulo 2:1, ou seja, um diapasão. E assim, *por esta regra, ficaraa em sua debita proporção, cõ tal que os mẽbros de que for ornado o portal não saya fora das linhas deãngulares .a.b.c.d, e o architeto não será vituperado das ruins lingoas*.

* O *helikon* era um antigo instrumento musical grego, cujo nome deriva do Monte Helikon, a Casa das Musas.

Voltando a Alcácer convém notar que as relações musicais não são exclusivas por que, como já mostrámos, existem

Análise geométrica da planta de Santa Maria da Graça de Setúbal



relações *ad quadratum*, incomensuráveis, que nos levam até à dimensão do pilar, cuja secção quadrada constitui o módulo base do templo. Módulo a que se chega e de que se não parte, dada a necessidade de ajustamento à preexistente igreja do convento de *Santo António*. De qualquer modo, podemos dizer que a estrutura primária da capela das *Onze Mil Virgens* obedece a uma partitura musical de consonantes, à qual se sobrepõe uma estrutura secundária que envereda em relações estritamente matemáticas baseadas na duplicação do quadrado que, caso fosse lícito prolongar a analogia musical, seriam consideradas dissonâncias. Mas há, pelo menos, um tema e variações. Em *Santa Maria da Graça*, ao contrário, parece verosímil que seja o dimensionamento global do edifício que tem essa matriz *ad quadratum*.

A origem desta construção proporcional, tratada em três proposições do "Livro de Geometria" de 76, e em quatro do de 79, perde-se nos confins do tempo. Pitágoras (sec. VI a.C.), aplicando o teorema que tem o seu nome, constatou a impossibilidade de medir a diagonal do quadrado e, assim, descobriu os números incomensuráveis. Vitrúvio diz que foi Platão, com um dos seus *muitos e utilíssimos raciocínios*, quem nos deu a chave para duplicar a área do quadrado sem ter que medir a diagonal, já que *ninguém, com efeito, consegue aí chegar por números*. Diversos monumentos e vilas romanas confirmam a presença recorrente desta construção geométrica.* Villard de Honnecourt (sec. XIII) não a esquece e mostra-nos como se pode fazer a sua aplicação no dimensionamento de um claustro. E, naturalmente, não há tratado do Renascimento que não lhe faça referência, ou implicitamente a use, a começar em Alberti. E, como tal, está patente em múltiplos edifícios, a variados níveis, com destaque para o pequeno templo de *San Pietro in Montorio* de Bramante.#

Rodrigues, como não poderia deixar de ser, explica-a profusamente, diversificando os exemplos. Do quadrado ao círculo, do triângulo ao pentágono, finalmente, do quadrado a toda e qualquer figura que ele possa circunscrever. E, confirmando a sua inclinação dupla por Euclides e Vitrúvio soube, como poucos, pô-la em prática.

* Watts, Carol Martin , *The Square and the Roman House: Architecture and Decoration at Pompeii and Herculaneum*, in *Nexus. Architecture and Mathematics*, Fuccechio 1996

\# Wilson-Jones, Mark, *Principles of roman architecture*, New Haven 2003